



# **VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## **FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## **ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## **AUTOMATIZACE V MALOSÉRIOVÉ A KUSOVÉ VÝROBĚ**

AUTOMATION IN ONE-OFF AND BATCH PRODUCTION

### **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

#### **AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Jaroslav Královský

#### **VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2017

## Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie  
Student: **Jaroslav Královský**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Základy strojírenského inženýrství  
Vedoucí práce: **Ing. Marek Štroner, Ph.D.**  
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### Automatizace v malosériové a kusové výrobě

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Na základě současného stavu provést rozbor automatizace v dané firmě a uplatnit možná opatření s ohledem na malosériovou a kusovou výrobu.

#### Cíle bakalářské práce:

1. Rozbor současného stavu.
2. Charakteristika možných řešení.
3. Projekční řešení vybrané varianty.
4. Zhodnocení daného řešení.

#### Seznam doporučené literatury:

CHVÁLA, Břetislav, NEDBAL, Josef a DUNAY, Gejza. Automatizace. 1. vyd. Praha: SNTL. 1987. ISBN 04-218-87.

NĚMEJC, Jiří. Průmyslové roboty a robotizace strojírenské výroby. 3. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 1999. ISBN 80-7082-578-2.

KOLÍBAL, Zdeněk. Průmyslové roboty I. Konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů. PRaM. Brno: VUT Brno, 1993. ISBN 80-214-0526-0.

RUMÍŠEK, Pavel. Automatizace výrobních procesů II: tváření. Praha: Mezinárodní organizace novinářů, 1990. ISBN 80-214-0221-0.

SKAŘUPA, Jiří. Roboty a manipulátory: učební text. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-248-2613-4.

URBÁNEK, Jiří. Automatizace výrobních procesů - obrábění. 1. vyd. Brno: VUT Brno. 1990. ISBN 80-214-0161-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

KRÁLOVSKÝ Jaroslav: Automatizace v malosériové a kusové výrobě.

---

Bakalářská práce je zaměřená na automatizaci v malosériové a kusové výrobě. Vymezuje základní odborné pojmy, popis firmy a jejich výrobků a strojů. Obsahuje potřebné analýzy, propočty, návrhy na možná řešení, které firmě pomohou při lepším rozhodování do dalších let.

Klíčová slova: Automatizace, robot, automatizace v malosériové a kusové výrobě, analýza

## **ABSTRACT**

KRÁLOVSKÝ Jaroslav: Automation in one-off and batch production.

---

The Bachelor's thesis focuses on automation in one-off and batch production, analyst. It defines basic expertise concepts, description company and their product and machine. It contains detailed analyses, costing, possible suggestions for solutions that help with better choice in another years.

Keywords: Automation, robot, automation in one-off and batch production, analyst

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

KRÁLOVSKÝ, Jaroslav. *Automatizace v malosériové a kusové výrobě*. Brno, 2017. 30s, CD. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření. Vedoucí práce doc. Ing. Marek Štroner Ph.D.

### **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V ..... dne 26. 5. 2017

.....  
Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto děkuji panu Ing. Markovi Štronerovi Ph.D. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce. Zároveň bych chtěl poděkovat firmě VMV, spol. s r.o. za rady a informace, které mi k bakalářské práci poskytla. Dále také své rodině, přátelům a známým za pomoc a podporu při psaní této bakalářské práce.

# OBSAH

ÚVOD.....	9
1 Automatizace.....	10
1.1 Důvody k automatizaci .....	11
1.2 Vývoj automatizace .....	12
1.3 Automatizace obrábění .....	12
1.4 Obráběcí centra, NC a CNC stroje.....	13
1.5 Průmyslové roboty a manipulátory .....	14
1.5.1 Klasifikace průmyslových robotů a manipulátorů.....	14
1.5.2 Posuzování robotů .....	17
2 AUTOMATIZACE V DANÉ FIRMĚ.....	19
2.1 Firma VMV, spol. s r. o. ....	20
2.2 Analýza trhu.....	20
2.2.1 Společnost KUKA AG .....	20
2.2.2 Společnost ABB .....	21
2.2.3 Společnost Universal Robots.....	23
2.3 Výběr vhodného robota.....	25
2.3.1 Výpočet investice .....	25
Shrnutí kapitoly .....	28
ZÁVĚR.....	30
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	31
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	33
SEZNAM TABULEK .....	34



## ÚVOD

Pro každou společnost je velmi důležitý její budoucí rozvoj a toho je možné dosáhnout díky správnému stanovení dlouhodobých cílů. K dosažení vytyčených cílů je zapotřebí zvolit správnou strategii a tou právě může být vhodná investice. Při zvažování každé investice je žádoucí provést analýzu trhu, na kterém se firma pohybuje. U volby správného předmětu investice bychom se měli zaměřit především na způsob jeho financování a také zda se nám jeho pořízení vyplatí. To znamená, že si musíme být schopni spočítat, jaké nám investice přinese tržby a následný zisk a za jak dlouho se nám investované prostředky vrátí. Nesprávná volba investice může mít pro společnost fatální následky.

Před realizací každé investice je velmi důležité provést analýzu trhu, na kterém se daná společnost pohybuje.

Tato bakalářská práce je zaměřena na automatizaci v malosériové a kusové výrobě a pozornost bude věnována především předmětu investice. Autor se zaměřuje na automatizační stroje, které by měly urychlit a zpřesnit proces výroby ve vybrané firmě. Při zavedení automatizačních strojů se vyskytují i přirozená rizika a proto je tak důležité celou investici řádně rozmyslet a nejprve provést potřebné analýzy, prozkoumání nabízených produktů od několika společností, porovnání a následný finanční plán, který by měl ukázat, zda se tato investice firmě vyplatí.

První část bakalářské práce je zaměřena na teoretické pojmy, které nám pomohou pochopit, co vlastně automatizace znamená. V následující části je popsána vybraná firma, pro kterou je investiční záměr zpracován. Výběr nejvhodnějšího automatizačního stroje pro malosériovou a kusovou výrobu obsahuje další kapitola.

Konečná fáze se zaměřuje na výpočet investice vybraného produktu pro společnost a následné vyvození závěrů.

## 1 AUTOMATIZACE [1], [2], [3], [4]

Automatizace je proces zavádění samočinných systémů, které slouží k řízení výrobních a technologických procesů a zařízení. Na rozdíl od mechanizace, která dává člověku různá zařízení k práci, automatizace snižuje pracovní podíl lidí na pracovišti. Teoreticky bychom mohli dojít do stavu, kdy nebude člověk k práci potřeba a při výkonu práce bude nahrazen strojem. Toto je v praxi zatím neuskutečnitelné ačkoli se začínají objevovat takzvané Lights Out továrny. To znamená, že produkce je téměř celá automatizovaná a není potřeba zaměstnávat dělníky. Většinou je zapotřebí jen minimální počet lidí při výrobě.

V současnosti se v procesu modernizace stroje staví do rolí partnerů lidí. Technika se využívá k udržování vysoké efektivity a zároveň k bezpečnosti výroby.



Obr. 1 Automatizovaná výroba automobilu [4]

Výhody automatizace:

- úspora energie,
- úspora materiálu,
- vysoká kvalita a přesnost,
- nutný nižší počet pracovníků.

Nevýhody automatizace:

- vysoké pořizovací ceny,
- bezpečnostní hrozby.

### Průmyslová automatizace

V průmyslové automatizaci se nejvíce zabýváme automatizací výroby, podáváním materiálu, kontrolou kvality a balením hotových produktů. K tomu jsou zapotřebí řídicí systémy, výrobní stroje a mechanismy, pomocné prvky automatizace a systémy zprostředkovávající tok informací a energie.

Pro přechod na plynulou výrobu je zapotřebí přizpůsobit technologie a nový systém údržby. Stejně tak je potřeba přizpůsobit technologická zařízení provozu. Se stálým

modernizováním technických prvků, je nutné mít stále více kvalifikované pracovníky v obsluze strojů.

### **Základní pojmy**

K přiblížení této problematiky je zapotřebí znát základní pojmy, které se v odborné literatuře objevují nejčastěji. Níže jsou uvedeny jejich přesné definice:

- \* stroj – zařízení vyvinuto člověkem, které jej nahrazuje, zlepšuje a urychluje práci,
- \* automat – stroj, který je předem naprogramován na vykonávání práce,
- \* mechanizace – stav využívání strojů k fyzicky náročné lidské práci,
- \* komplexní mechanizace – úplná mechanizace jistého procesu ve výrobě,
- \* automatizace – stav, kdy stroje vykonávají fyzickou práci člověka a není potřeba lidí k jejich ovládnutí,
- \* částečná automatizace – druh automatizace, kdy dojde k automatizaci jen určitého stádia vývoje a zbytek zůstává neautomatizován.
- \* komplexní automatizace – automatizace celého procesu výroby a člověk zodpovídá za strategické řízení.

## **1.1 Důvody k automatizaci [1], [5], [11]**

Zavedení automatizace je přínosné z několika důvodů a dělíme je do těchto skupin:

- ekonomické důvody
  - zlepšení jakosti produktů,
  - zlepšení produktivity a objemu výroby,
  - kratší čas na vývoj a výrobu,
  - snížení výrobních a režijních nákladů.
- vynucená automatizace
  - náhrada dělníka z důvodu jeho chyb,
  - zlepšení bezpečnosti lidí při práci,
  - práce ve špatných podmínkách (vysoká teplota, vysoká prašnost),
  - náhrada člověka rychlejšími a přesnějšími stroji,
  - řízení velkého množství procesů (elektrárny, chemičky),
  - zlepšení jakosti výroby,
  - přítomnost člověka je vyloučena (vesmírné sondy).
- ostatní důvody
  - herní a zábavní průmysl (hračky, automaty),
  - zlepšení pohodlí lidí,
  - zdroj více informací (chod výroby, strojů, technologie).

## 1.2 Vývoj automatizace [1], [2], [3], [5]

V tomto oboru probíhá vývoj velmi rychle, a proto není snadné určit trendy ve vývoji. I přesto by se měli tyto trendy sledovat, aby nově nakoupená automatizační technika odváděla práci co nejvíce efektivně za co možná nejnížší náklady. Automatizační zařízení se většinou pořizují na dobu 7 až 15 let, jedná se tedy o dlouhodobou investici a je nutné vybrat zařízení, která budou splňovat nejen současné, ale i budoucí požadavky podniku a budou co nejvíce užitečná.

Automatizace jako technický obor využívá nejmodernější elektronické součásti a také používá informace z ostatních oborů, jako je elektrotechnika, informatika, měřicí technika, technika pohonů, komunikační technologie atd. Z těchto oborů využívá například informace, postupy a výsledky výzkumů. V této době si i menší firmy mohou dovolit kvalitní a spolehlivé řízení pro běžné vybavení a výrobní i nevýrobní zařízení. Automatizace je prostředek, který pro všechny firmy znamená zvýšení konkurenceschopnosti na trhu, a proto většina firem přechází nebo již plánuje přechod na co možná největší využívání nových technologií.

### Komunikace

Aby automatizace fungovala správně je potřeba zařídit i vhodnou komunikační techniku, ta je důležitá pro vzájemné propojení řídicích systémů a počítačů a k informačnímu systému. Automatizační zařízení se dávají co nejbližší k řídicímu procesu a s centrálním systémem společnosti mezi sebou komunikují pomocí počítačové nebo jiné sítě.

## 1.3 Automatizace obrábění [5], [6]

Automatizace v obrábění využívá samočinnou práci obráběcích strojů a k nim příslušející pomocné úkony oproti lidské obsluze těchto zařízení. Automatizace není zaměřena pouze na samotné obrábění, ale také na pomocné úkony, které jsou s obráběním spojeny.

V programu, který obsluhuje obráběcí stroje, jsou obsaženy informace o tvaru obrobku, to znamená, že program určuje dráhu nástroje vůči obrobku během procesu. Také obsahuje informace o řezných podmínkách a pomocných funkcích jako například upínání a vyndání obroků, chlazení a výměna nástroje, odvod třísek a další.

Výrobní stroje mohou využívat automatizaci tvrdou a pružnou. Liší se stylem vkládání informací do stroje. Nositelem informací při tvrdé automatizaci je tvar různých pohybových částí stroje, které mechanicky působí na další pohybové mechanismy stroje, díky čemuž se mění otáčky, rychlost, rozsah posuvů a přísuvů, upínání obrobků a polotovarů a další úkony. Nejčastěji se při tvrdé automatizaci uplatňují vačky. Stroje používající tvrdou automatizaci lze rozdělit do dvou skupin:

- typizované automaty
  - stroje určené pro určitý druh práce (vrtání, soustružení, frézování), určité tvary a rozměry obrobků a obrobených ploch,
  - při výrobě jiného druhu výrobku se zpravidla musí vyrobit i nové řídicí prvky (vačkové soustružnické automaty),
- jednoúčelové automatické stroje
  - tyto stroje jsou konstruované pro jeden druh obrobku a dále se dělí na stroje jednoúčelové individuální konstrukce a stavebnicové.

Stroje využívající tvrdou automatizaci mají výhodu ve vysoké produktivitě při práci. Jednoúčelové stroje individuální konstrukce jsou velmi drahé a dodací doba je též dlouhá. Na druhou stranu jsou ale velmi kompaktní a zabírají málo místa, v provozu jsou velmi úsporné a produktivita je ze všech typů zařízení největší.

Stavebnicové stroje jsou montovány ze speciálních skupin a z typizovaných jednotek. Typizované jednotky jsou z pravidla vyráběny ve větších sériích a jsou u výrobců na skladech, díky tomu je dodací lhůta kratší a cena je nižší než u strojů individuální konstrukce. Z důvodu používání sériových součástek jsou tyto stroje mírně větší, jejich provoz je nákladnější a produktivita nižší. Jejich hlavní výhodou je možnost rozebrání na díly a jejich opětovné použití v případě, že je potřeba přejít na výrobu jiných obrobků.

Tvrdá automatizace se nejvíce používá ve velkosériové a hromadné výrobě, kde je produktivita ekonomicky větší než náklady na jejich pořízení, výrobu a seřizování.

Pružná automatizace používá jako nosiče informací o pracovním programu snadno vyměnitelný nosič (děrné pásky, stavitelné nárazkové systémy, magnetické pásky nebo disky a podobně). Stroje využívající pružné automatizace lze také dělit do dvou skupin:

- stroje s jednoduchým programováním (děrné štítky, šablony, přestavitelné šablony),
- stroje s číslicovým systémem tzv. NC (numerical control) systémy.

Číslicově ovládané stroje jsou nejmodernějším druhem automatizace. Jsou vhodné pro všechny rozsahy sériové výroby, ať už malosériové nebo velkosériové. Při změně výroby představují nejvyšší stupeň pružnosti. Ovládají se pomocí údajů zaznamenaných v numerické podobě. Řídicí systémy je možné podle průběhu dráhy nástroje dělit do dvou skupin: přetržité a souvislé. Přetržité systémy využívají pravoúhlých souřadnic a programuje se cílová poloha nástroje, dráha nástroje není řízena. Nejvíce se tento způsob využívá u vrtaček, vyvrtávaček a u soustruhů na pravoúhlé osazené hřídele a u frézek, které opracovávají rovinné plochy. Souvislé systémy řídí pohyb nástroje současně ve více osách při vzájemné závislosti. Systém je schopen interpolovat podle lineární závislosti nebo podle křivkové závislosti. Díky tomuto způsobu je možné obrábět i různě zakřivené a položené plochy na obrobku.

## 1.4 Obráběcí centra, NC a CNC stroje [7], [8], [9]

### Systém řízení

Řídicí systém je hlavní součástí obráběcího stroje a závisí na něm kvalita výroby. Tyto programy by měly být výkonné, rychlé, snadno obsluhovatelné a programovatelné a hlavně spolehlivé. Mezi nejčastější způsob řízení strojů patří:

- **systém stavění souřadnic** je nejstarší druh řízení strojů, který nevyužívá k interpolaci mikroprocesor. Nástroj se na programovací bod dostává rychloposuvem a nezáleží zde na dráze, kterou vykoná. Nástroj vykoná první pohyb po jedné ose a poté po ose druhé,
- **pravoúhlé řízení** představuje nástroj rovnoběžně s osami souřadného systému, což znamená, že v momentě vykonání pohybu po jedné souřadnici nastává obrábění v druhé. Nejvíce se používá u vrtání a soustružení,
- **jednoosé obrábění** probíhá pouze v jedné ose a využívá se k vyrobění obrobků například u vrtaček,

- **dvouosé obrábění** používá pohyb ve dvou osách najednou a používá se nejvíce při soustružení v osách X - Z,
- **dvou a půl osé obrábění** dovoluje lineární a kruhovou interpolaci podle potřeby v jedné rovině. Provádí se tak, že se najede na hloubku řezu v ose Z a poté se začne obrábět v osách X - Y,
- **tříosé obrábění** dovoluje výrobu obrobku ve třech osách zároveň. Interpolátor je zde velice důležitý, protože propočítává dráhu nástroje ve dvou osách v závislosti na třetí,
- **čtyřosé obrábění** se obrábí nejen v osách X, Y, Z ale také se dá kolem těchto os rotovat a nástroj nebo obrobek se dá natočit do potřebné polohy pro obrábění,
- **pětiosé obrábění** umožňuje výrobu tvarově složitých součástí, jako jsou například lopatky turbín. Dovoluje obrábění negativních stěn a zmenšuje počet upnutí obrobku, což zrychluje výrobu a zároveň ji zlevňuje.



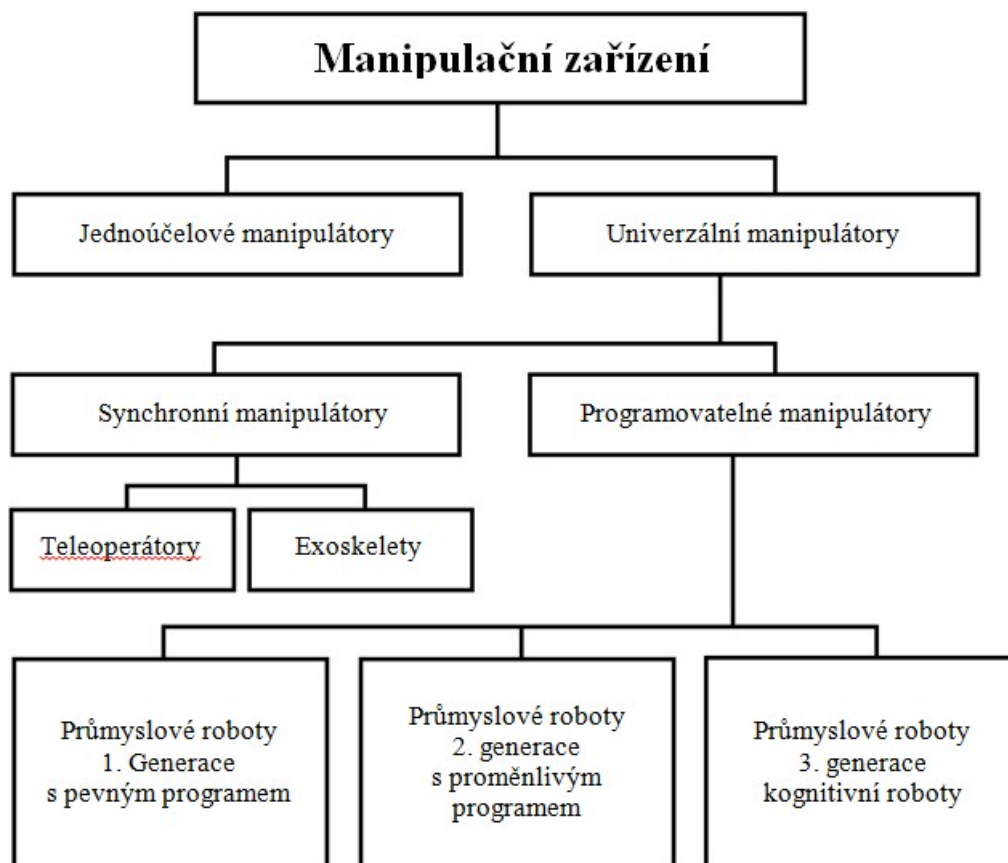
Obr. 2 Řídicí systém Fanuc [10]

## 1.5 Průmyslové roboty a manipulátory

Robot je stroj, který obsahuje manipulátor se dvěma nebo s více pohybovými osami a řídicí systém, který umožňuje pohybové a řídicí funkce v procesu výroby. Tento druh robotů nahrazuje funkce člověka při přemísťování objektu a technologického příslušenství.

### 1.5.1 Klasifikace průmyslových robotů a manipulátorů [11], [12]

Z konstrukčního hlediska představují roboty a manipulátory velmi složitý mechanismus, který se skládá z progresivních prvků a proto je složité tato zařízení vhodně klasifikovat. V závislosti na konstrukčním provedení, složitosti výroby a vzájemném propojení řídicího systému a mechanismu vykonávajícím práci můžeme rozdělit do několika skupin, které jsou uvedeny v následujícím obrázku.



Obr. 3 Rozdělení manipulačních zařízení (vlastní zpracování podle Velišek, 2006)

Popis jednotlivých druhů manipulačních zařízení:

- jednouúčelové manipulátory patří k nejjednodušším manipulačním zařízením a většinou jsou součástí jiného stroje určeného k výrobě. Tímto strojem jsou řízené a jsou konstruovány tak, aby byla přizpůsobena výrobnímu stroji a operacím, které budou provádět. Jednouúčelové manipulátory mají většinou omezené funkce kvůli omezenému pracovnímu prostoru a počtu stupňů volnosti. Tyto manipulátory se nejčastěji používají v automatizaci výroby jako podávací zařízení,
- univerzální manipulátory nejsou v provozu omezeny rozměry břemena ani typem výrobního zařízení, ale nejdůležitější jsou jejich kinematické parametry (počet stupňů volnosti), přesnost, se kterou pracují, maximální možné zatížení a rozměry pracovního pole. Jsou to manipulační zařízení, která jsou vhodná pro víceúčelové práce, a která mají vlastní konstrukci, řídicí systém a pohon, a nejsou tak závislá na obsluhovaném stroji. Rozdělují se dále na synchronní a programovatelné manipulátory,
- teleoperátory jsou zařízení, která spadají pod synchronní manipulátory a jsou ovládány na dálku člověkem. Některá zařízení jsou člověkem ovládaná jen rámcově a podrobné řízení poté vykoná sám řídicí systém manipulatoru. Nejvíce se využívají ve vojenství, medicíně a ve vědeckých laboratořích,

Programovatelné manipulátory můžeme rozdělit do skupin podle generací:

- Průmyslové roboty 1. generace se nejčastěji používají na práci, kde je pevně naprogramovaný postup všech operací. To znamená, že v průběhu jejich práce se

program nezmění. Díky jednoduché výměně programu se staly velmi univerzálním nástrojem pro různé typy úloh. Nejčastěji jsou používány k úlohám typu „pick and place“, tedy uchop a umísti.

- Průmyslové roboty 2. generace mají oproti 1. generaci vnímací podsystém, který se skládá z několika senzorů a je tak neoddělitelnou součástí těchto strojů. Mezi senzory patří senzory vnitřních informací (poloha, tlak, moment atd.) a senzory vnějších informací (optické, hmatové atd.). U tohoto druhu robotu je řídicí systém o něco složitější a je nutné k realizaci všech úkonů použít řídicí počítač, to protože už neobstarává jen pohyby, které robot vykonává. Jejich součástí je i koordinační systém „eye-hand“, tedy oko-ruka.
- Průmyslové roboty 3. generace se také nazývají kognitivní roboty, z důvodu schopnosti učit se a adaptovat se na změny v procesu výroby. Tyto roboty jsou vybaveny adaptivním řízením a jsou schopné
  - vnímat a rozeznávat prostředí,
  - v průběhu měnit a vytvářet model prostředí,
  - rozhodovat o činnostech, na základě vytvořeného modelu,
  - orientovat se v prostředí a zároveň pohybovat s předměty,
  - komunikace s člověkem pomocí umělého nebo přirozeného jazyka.

Řídicí systém těchto strojů je už velice složitý a obsahuje umělou inteligenci. Díky tomu jsou určené hlavně pro automatizaci a náhradu fyzické a intelektuální práce člověka.

Průmyslové roboty a manipulátory se nejčastěji využívají zejména ve dvou oblastech a to ve výrobní a nevýrobní. Do výrobní oblasti se řadí využití k manipulaci s obrobky, nanášení nátěru a ke svařování. Do nevýrobní oblasti spadá využívání strojů v lékařství, pokládání dlaždic, trhání jablek, servisní činnosti atd. Slovo robot představuje stroj, který má několik vlastností a to:

- \* schopnost manipulovat s objekty, uchopovat, přenášet a vyhotovovat na objektech úpravy. Případně schopnost montážních prací a zacházení a práce s nástroji, tzn. vykonávat práci jako technologický robot,
- \* vícenásobné využití stroje, což znamená, že po výměně nástroje, chapadel nebo po změně programu je možné stroj využít k jiné práci na jiném pracovišti,
- \* práce v prostředí díky senzorům, které nahrazují lidské smysly. Kamerové systémy, nahrazující zrak, akustické přijímače, které mají funkci sluchu a dotekové senzory, zastupující hmat. V některých případech se používají vazby senzorické, ty pomocí čidel přenášejí informace, které člověk není schopen zachytit,
- \* autonomnost chování. Toto je schopnost stroje vykonávat složité posloupnosti operací podle programu. Důležité je zejména vykonávat tyto úkoly, když není program předem pevně daný jako u klasických řídicích automatů, ale může se volit buď člověkem, nebo přímo strojním zařízením,
- \* prostorová integrovanost jednotlivých částí nejlépe do jednoho celku. Netýká se řídicích systémů, zvláště je-li možné roboty ovládat bezdrátově. Poté je se dá robot lépe převážet. U některých robotů je stále více žádoucí jejich mobilita,



- \* označení „robot“ se používá pro manipulační techniku, vykonávající práci podobnou té lidské. Neznamená to však, že je robot stejně obratný jako lidská ruka, která má od ramene až po konečky prstů 27 stupňů volnosti.

### 1.5.2 Posuzování robotů [11], [12]

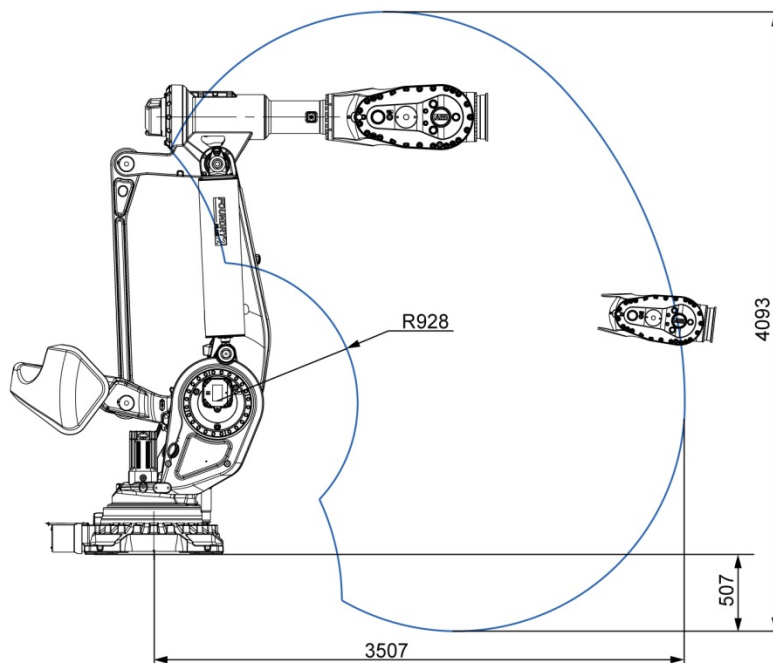
Při posuzování průmyslových robotů se začala používat celá řada aspektů pro vhodný výběr. Nejvíce se uplatňují tyto aspekty:

- stavba robotu,
- počet stupňů volnosti,
- velikost a hmotnost robotu,
- velikost obsluhovaného prostoru,
- hmotnost nákladu,
- přesnost při výrobě,
- rychlost,
- způsob pohybu,
- druh servopohonů,
- způsob odměřování,
- vnímání,
- řízení a komunikace s okolím,
- autonomnost robotu.

Morfologie robotu se odvíjí od použitých konstrukčních prvků, které určují jeho kinematickou strukturu. Další důležitou vlastností je počet stupňů volnosti. Obvyčejné průmyslové roboty mají většinou 3 až 5 stupňů volnosti.

Velikost a hmotnost robotu závisí na stavbě daného typu robotu a na budoucím využití. Konstrukteři se snaží dělat roboty co možná nejlehčí a nejmenší při zachování tuhosti a pevnosti jednotlivých dílů, které jsou použity.

Velikost prostoru, který robot obsluhuje je dána velikostí samotného zařízení a také jeho kinematickou strukturou. Za základní velikost prostoru, který je robotem obsluhován se dá považovat prostor o rozměrech jednoho metru krychlového.



Obr. 4 Pracovní pole robotu IRB 8700 [13]

Hmotnost břemene patří k základním parametrům, které určují možné využití robotu. Do hmotnosti břemene výrobci zahrnují i hmotnost úchopového mechanismu, kam patří výstupní hlavice. Maximální hmotnost břemene je tím pádem vždy podstatně nižší.

Přesnost při výrobě je velice důležitý údaj, který je třeba znát u každého průmyslového robotu. Výsledná přesnost u průmyslových robotů je asi 100x nižší než u výrobních strojů. To je způsobeno tím, že průmyslové roboty mají otevřený kinematický mechanismus. Běžně se přesnost u robotů pohybuje v rozmezí 1 až 5 mm. Přesnost je ale vždy závislá na zatížení robotu a proto je nutné dávat pozor, při jakém zatížení je možné dosáhnout přesnosti, kterou udává výrobce.

Rychlost robotu je závislá jak na druhu použitého pohonu, tak na okamžitém zatížení. Čím větší je zatížení, tím těžší je dosáhnout maximální rychlosti a požadované přesnosti. Základním měřítkem by měly být rychlosti v hodnotách 1 m/s až 4 m/s pro posuvný pohyb a v hodnotách 90°/s až 360°/s.

Pohon u průmyslových robotů a manipulátorů je možné zajistit několika způsoby. Pohony mohou být mechanické, pneumatické, hydraulické, elektrické a kombinované.

Druh servopohonů se týká vyšších typů pohonů, skoro všech kromě mechanických. Pro uživatele se nejedná o rozhodující prvek při pořizování stroje. Znalost druhu pohonu a servosystémů je však nezbytná pro konstruktéry robotů.

Způsob odměřování je závislý především na senzorech, kterými je robot vybaven.

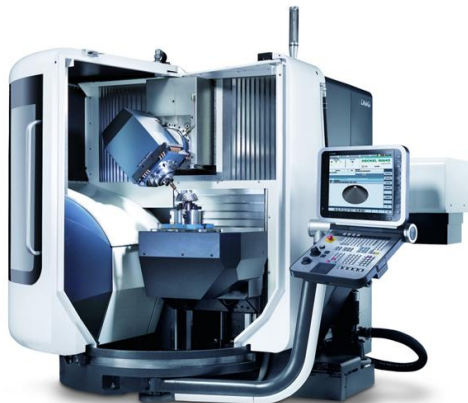
Komunikace s prostředím je dána hardwarem a softwarem řídicího systému, který zodpovídá za komunikaci s vnímacími subsystémy a akčními systémy.

Autonomnost robotu je propojenost všech prvků akčních a kognitivních systémů.

Morfologická analýza se využívá ke zjištění nejvhodnější stavby robotických systémů. Stavba samotného robotu je dána rozmanitostí účelu a použitím daného robotu.

## 2 AUTOMATIZACE V DANÉ FIRMĚ

Firma VMV již vlastní nějaké automatizační stroje v podobě obráběcích center, která stále dokupuje. Disponuje tří osými a pěti osými centry, mezi které patří například stroje MAS-MCV 500, MAS-MCV 1016 a DECKEL MAHO DMU 60 monoBLOCK.



Obr. 5 DMU 60 monoBLOCK [14]



Obr. 6 MCV 1000 [15]

V současné době je ve firmě problém najít kvalitní zaměstnance, kteří by při výrobě dělali co nejméně chyb. Tento problém může řešit právě automatizace výroby v podobě pomocných robotů, kteří by sloužili k přemísťování obrobků z jednoho obráběcího centra do druhého. Pořízení takového robota by znamenalo i zvýšení produkce, protože by robot mohl pracovat i přes noc. Tím by se také snížil čas potřebný pro vyhotovení určitého kusu.

Jelikož se společnost VMV zaměřuje na malosériovou a kusovou výrobu, byl by robot použit při objednávkách čítajících více kusů. Naplánovat kompletní automatizaci kusové výroby zatím bohužel není možné pro malé podniky, protože tato záležitost je velice nákladná a složitá na naplánování a je také velice náchylná na chybovost. To znamená, že i při jedné chybně vyrobené součásti dojde k přerušení celého procesu a vznikne prodleva i u zbylých dílů a zakázek.

## **2.1 Firma VMV, spol. s r. o. [16]**

Firma VMV byla založena roku 1991 zprivatizováním bývalé nástrojárny. Roku 1992 zahájila svojí činnost a přešla na malosériovou a kusovou výrobu. Podnik má zákazníky po celé Evropě. Nejvíce zákazníků má však ve Švýcarsku, Rakousku a Německu.

Společnost VMV se zabývá CNC frézováním a soustružením dílů z různých materiálů pro všechna odvětví průmyslu podle výkresů dodaných zákazníkem. Firma má také pětiosé frézovací stroje a provádí jak indexované frézování 3 + 2 osy tak i kontinuální pětiosé frézování. K tomu se používá obráběcí centrum DECKEL MAHO DMU 60 monoBlock. Broušení provádí firma na několika strojích, jako jsou TRIPET MHPE 500, BPH 20NA a další. Provádí se zde broušení průměrů (vnitřní a vnější) a broušení naplocho. Dosahovaná přesnost odpovídá třídě IT5.

Firma také zajišťuje montáže sestav, podsestav, kontrolních a měřících přípravků a celých strojů ze zde vyrobených dílů a dokupovaných dílů, které dodá zákazník nebo je může podnik zajistit.

## **2.2 Analýza trhu**

Automatizačních zařízení a robotů je na českém trhu spousta a výběr robota není jednoduchá záležitost. Je důležité zjistit od výrobce všechna potřebná data a informace ke správnému rozhodnutí. Při výběru robota potřebujeme znát jeho pořizovací cenu, výkon, rozměry robota a pracovního pole, nosnost robota a jeho přesnost při práci. Dalšími faktory ke správnému rozhodnutí může být např. záruční lhůta, ceny oprav a náhradních dílů, složitost jeho ovládání atd.

### **2.2.1 Společnost KUKA AG [17], [18], [19]**

Společnost KUKA patří mezi globální specialisty v automatizaci. Tento podnik nabízí spektrum všech služeb automatizace od samotného robota až po plně automatizační zařízení firem. V rámci zavádění Průmyslu 4.0 se soustředí na inteligentní digitální továrny a flexibilní řešení pracovního prostředí. Mezi jejich výrobky patří velké portfolio robotů, které jsou stavěny pro různá odvětví průmyslu při velkém rozsahu nosností. Pro naše potřeby se zaměříme na roboty s nižší hmotností okolo 5 kg.

Mezi jejich výrobky patří i robot KR 16, který je velice univerzální šestiosý stroj. Tento robot je možné přimontovat jak k podlaze, tak ke stěně či stropu. Disponuje 6 osami a je možné jej upravit do čtyř různých provedení. Jeho nosnost se pohybuje od 6 do 26 kg při funkčním dosahu 1611-1911 mm.



Obr. 7 Robot KR 16 [18]

Dalším robotem této společnosti je KR AGILUS sixx, který je koncipován pro maximální pracovní rychlosti při nosnosti od 3 do 10 kg. Tento robot je opatřen šesti rameny a je tak velmi všestranný. Dosah robotu činí 706,7 – 1101 mm.



Obr. 8 KR AGILUS sixx [19]

## 2.2.2 Společnost ABB [20], [21], [22]

Společnost ABB působí v oblasti energetiky a automatizace. Pokrývá většinu potřebných věcí, které se používají každý den, jako jsou základní možnosti ovládání elektrické energie pomocí spínačů, ale také nové a důležité automatizační technologie, díky kterým mohou podniky zvyšovat svoji produktivitu a kvalitu výroby. Organizačně je ABB rozdělena do čtyř divizí, mezi které patří elektrotechnické výrobky, robotika a pohony, průmyslová automatizace a energetika.

V portfoliu společnosti nalezneme spoustu průmyslových robotů s nosností od 500 g do 800 kg. Stejně jako u předchozí společnosti nás nejvíce zajímají zařízení s nosností okolo 5 kg. Těch má firma ABB ve své nabídce několik. Nejvhodnější jsou modely IRB 140 a robot IRB 1600.

Robot IRB 140 je šestiosý kompaktní, výkonný a zvládá manipulaci s předměty o hmotnosti 6 kg do vzdálenosti 810 mm. Tento stroj je možné přidělat jak k zemi, tak ke stropu, ale také ke stěně pod libovolným úhlem. Díky robustní konstrukci s integrovanými kabely je velmi flexibilní a pomocí detekce kolize zajišťuje bezpečnost práce a spolehlivost při výrobě. Model 140 je dodáván ve standartním provedení, FoundryPlus provedení a v také ve verzi pro sterilní prostředí.



Obr. 9 IBR 140 [21]

Dalším výrobkem společnosti je robot s modelovým označením IRB 1600. Tento robot je velmi rychlý a díky kvalitní konstrukci a programu, nezkracuje ve vyšších rychlostech dráhu v okolí rohů. Nosnost robota je 6 kg, dodává se ale i ve verzi, která má nosnost až 10 kg. Dosah robotu je 1,2 m a je možné pořídit delší verzi, která má dosah 1,45 m.

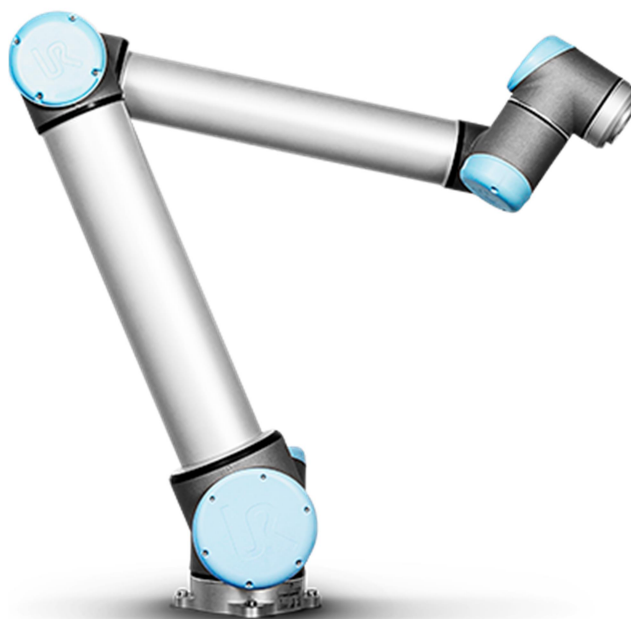


Obr. 10 IRB 1600 [22]

### **2.2.3 Společnost Universal Robots [23], [24], [25]**

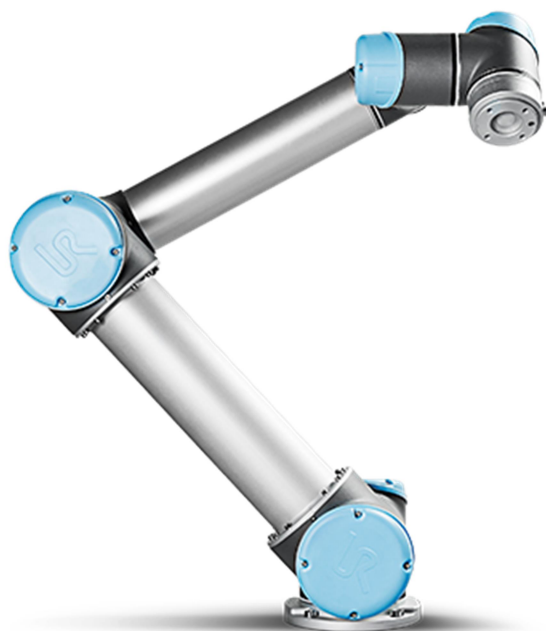
Společnost Universal Robots se zabývá výrobou menších a flexibilních robotů, kterých je na trhu poměrně málo. Jejich roboty jsou vhodné pro menší podniky, ale své uplatnění najdou také ve velkých společnostech, jako jsou VW, BMW a Johnson & Johnson. Mezi jejich výrobky patří robot UR 3, UR5 a největší z nich UR10.

Robot UR 10 je robot vhodný pro procesy, jako je balení, paletizace, montáž a odebírání a ukládání obrobků o hmotnosti do 10 kg. Tento stroj disponuje dosahem až 1300 mm pomocí šesti os a tím se hodí pro práce ve větším prostoru. To šetří čas hlavně na výrobních linkách, kde je hlavním faktorem výběru robotu vzdálenost.



Obr. 11 UR 10 [24]

Dalším výrobkem podniku Universal Robots je robot UR 5, který pomůže zautomatizovat úkoly s maximálním zatížením do 5 kg. Nejvíce se toto zařízení využívá u úkolů spojených s odebráním, ukládáním a testováním výrobků s nízkou hmotností. Pracovní rozsah tohoto robotu činí 850 mm a je tak vhodný mezičlánek mezi dvěma stroji. Obsluha modelu UR 5 je velice jednoduchá a podle výrobce není potřeba žádné speciální vzdělání k jeho používání ve výrobě.



Obr. 12 UR 5 [25]



## 2.3 Výběr vhodného robota

Pro potřeby ve firmě VMV se nejvíce hodí menší kompaktní robot s nosností kolem 5 kg. Při výběru robota hrála ve výsledku největší roli pořizovací cena stroje, protože zkoumaná zařízení jsou v hlavních ohledech, jako je nosnost, pracovní rozsah, možnosti ukotvení a použití velice podobná.

Po posouzení nabídek od společností ABB, Universal Robots a KUKA AG se společnost VMV rozhodla vybrat robota s modelovým označením UR 5 od dodavatele Universal Robots. Tato firma nabídla nejvýhodnější cenu, která má největší vliv při zkoumání návratnosti investice.

Cena robota UR 5 je 23 900 eur, což se rovná 635 000 Kč. Uvedení robotu do provozu společnost vyčíslila na částku okolo 26 391,2 eur, tedy 700 000 Kč.

### 2.3.1 Výpočet investice

Nejprve než se pustíme do samotného výpočtu, musíme znát vstupní hodnoty, které jsou pro podnik důležité. Tyto hodnoty nalezneme vyčíslené v následující tabulce. Údaje uvedené v tabulce jsou čerpány z interních zdrojů společnosti VMV a ze státní legislativy.

Tab. 1 Vstupní údaje ze společnosti VMV spol. s r.o. (Zdroj: vlastní zpracování)

Popis	Vstupní hodnoty	Jednotka	Poznámka
Hrubá mzda / měsíc	30 000	Kč	1 zaměstnanec
Odvody (zdravotní a sociální)	34	%	
Měsíční fond pracovní doby	160	hodina	1 zaměstnanec
Dovolená / rok	25	den	1 zaměstnanec
Dvousměnný provoz (1 směna = 8 hodin)	2	směna	Současná organizace práce
Počet uvažovaných CNC strojů (1 zaměstnanec = 1 stroj, 1x 3X, 1x 5X)	2	Ks	Úvahový počet CNC strojů na 1 pracoviště při automatizaci
Prodejní cena CNC 5X / hodina	1 450	Kč	
Prodejní cena CNC 3X / hodina	1 200	Kč	
Předpokládaný dosažený zisk za současné organizace pracoviště	5	%	

V následující tabulce si uvedeme náklady na jednoho zaměstnance. Je nutné podotknout, že hodnoty jsou uvedené pouze na jednu odpracovanou směnu, která trvá 8 hodin. Zaměstnanci mohou čerpat 5 týdnů dovolené za kalendářní rok.

Tab. 2 Výpočet nákladů na jednoho zaměstnance (Zdroj: vlastní zpracování)

Popis	Náklady na pracovníka	Jednotka	Poznámka
Náklady na mzdu 1 zaměstnance / měsíc	40 200,00	Kč	1 zaměstnanec / 1 směna
Upravený fond pracovní měsíční doby 1 zaměstnance - měsíční (odpočet dovolené)	143,33	hodina	1 zaměstnanec / 1 směna
Mzdový náklad na 1 hodinu zaměstnance	280,47	Kč	

Výpočet nákladů na mzdu jednoho zaměstnance byl spočítán vynásobením hrubé mzdy s odvody sociálního a zdravotního pojištění a to  $30\,000 \times (1 + (34/100))$ . V dalším řádku byl spočítán upravený fond pracovní měsíční doby na jednoho zaměstnance a to tak, že počet dní dovolené byl roznásoben podílem jedné směny (jednotky jsou uvedené v hodinách) a počtem měsíců a tento výsledek byl odečten od počtu odpracovaných hodin za měsíc.

Tedy  $160 - (25 \times 8 / 12)$ . V konečné fázi tabulky je vypočítán mzdový náklad na jednu hodinu zaměstnance a to podělením dvou výše uvedených výpočtů  $40\,200 / 143,33$ .

Další tabulka ukazuje výpočty nákladů na jednotlivé stroje a to tříosé centrum a pětiosé centrum. Také jejich celkové mzdové náklady při 2 - směnném provozu.

Tab. 3 Výpočet mzdových nákladů na jednotlivé stroje (Zdroj: vlastní zpracování)

Popis	Vstupní hodnoty	Jednotka	Poznámka
<b>Disponibilní pracovní doba a její mzdový náklad - Stroj 3X</b>			
Disponibilní pracovní doba / měsíc	286,66	hodina	na 2 směny
Náklad na disponibilní pracovní dobu / měsíc	80 400,00	Kč	na 2 směny
<b>Disponibilní pracovní doba a její mzdový náklad - Stroj 5X</b>			
Disponibilní pracovní doba / měsíc	286,67	hodina	na 2 směny
Náklad na disponibilní pracovní dobu / měsíc	80 400,00	Kč	na 2 směny
<b>Celkový mzdový náklad na pracoviště 5X + 3X při 2 - směnném provozu</b>			
Mzdový náklad / měsíc	160 800,00	Kč	2 stroje / 2 směny / 4 zaměstnanci

V zeleně označeném řádku byl proveden výpočet pro tříosý stroj a v jeho prvním řádku se dozvíme disponibilní pracovní dobu na měsíc, tento výpočet byl spočítán vynásobením upraveného fondu pracovní měsíční doby jednoho zaměstnance s počtem směn odpracovaných za jeden den  $143,33 \times 2 = 286,66$ . V dalším řádku byl vypočítán náklad na disponibilní pracovní dobu za měsíc. Tento výpočet byl spočítán opět vynásobením

disponibilní pracovní dobou za měsíc a mzdovým nákladem na jednu hodinu zaměstnance přesněji 286,66×280,47.

Ve žlutě označeném řádku se zabýváme pětiosým strojem, kdy výpočet v obou jeho řádcích je proveden stejným způsobem jako u tříosého stroje. V závěru je vykalkulován celkový mzdový náklad na pracoviště a to tak, že byly sečteny disponibilní náklady tříosého stroje a pětiosého stroje 80 400+80 400=160 800 Kč.

Předpokládaná tržba u tříosého centra je odhadována na 344 000 Kč tento odhad byl spočítán vynásobením prodejní ceny na hodinu tříosého CNC stroje a disponibilními náklady tříosého stroje 286,67×1 200,00. Zisk činí 17 200 Kč a jeho výpočet byl vyčíslen jako tržba krát předpokládaný dosažený zisk současné organizace pracoviště tedy 344 000×5%. U pětiosého centra je předpokládaná tržba 415 666,67 Kč a jeho výpočet je stejný jako u tříosého centra, avšak hodnoty pro výpočet byly čerpány z pětiosého centra. Zisk tvoří 20 783,33 Kč a také byl spočítán vynásobením tržby s předpokládaným dosaženým ziskem, který nyní je 5%. Tyto částky jsou vyvozeny na základě výše uvedených tabulek, které na sebe navazují.

V následujícím kroku bude představen výpočet nákladů při automatizaci pracoviště.

Tab. 4 Údaje pro výpočet nákladů při automatizaci pracoviště (Zdroj: vlastní zpracování)

Popis	Vstupní hodnoty	Jednotka	Poznámka
Pořizovací cena robota	635 000,00	Kč	1 pracoviště
Pořizovací cena instalace a implementace	700 000,00	Kč	Odhad na základě jednání s dodavatelem
Kalkulovaný náklad na 1 motohodinu (provoz 3 směny)	550,00	Kč	Zohlednění pořizovací ceny stroje a uvedení do provozu (odpisy), údržba, prostoje na údržbu a samotný provoz (bez obsluhy)
3 - směnný provoz	3,00	směna	
Obsluha	15,00	%	Poměr pracovního fondu pracovníka na obsluhu automatizovaného pracoviště
Předpokládaný dosažený zisk za přidanou směnu na automatizovaném pracovišti	30,00	%	Zvýšená ziskovost v důsledku snížené správní režie (je již rozpočítaná do 2 - směnného provozu)

Pro kompletní přehled nad uvažovanou investicí je v poslední tabulce uveden výpočet nákladů pro provoz při automatizaci.

Tab. 5 Výpočet nákladů pro provoz při automatizaci (Zdroj: vlastní zpracování)

Popis	Náklady	Jednotka	Poznámka
Náklad na techniku automatizace / měsíc	264 000,00	Kč	1 pracoviště (2 stroje) na 3 směny / měsíc
Obsluha / měsíc (3 směny)	20 193,49	Kč	1 pracoviště (2 stroje) na 3 směny / měsíc
Tržba 5X - přidaná 3. směna	232 000,00	Kč	Pouze za 3. směnu
Přidaný zisk 5X - přidaná 3. směna	-69 600,00	Kč	Pouze za 3. směnu
Tržba 3X - přidaná 3. směna	192 000,00	Kč	Pouze za 3. směnu
Přidaný zisk 3X - přidaná 3. směna	-57 600,00	Kč	Pouze za 3. směnu
Mzdový náklad na pracovní sílu a náklad na techniku automatizace / měsíc	<b>156 993,49</b>	Kč	2 stroje / 3 směny / 15% obsluhy na 1 směnu

V prvním řádku této tabulky se zaměříme na náklady na techniku automatizace za měsíc, kdy k tomuto výpočtu dojdeme vynásobením provozu s kalkulovaným nákladem na jednu motohodinu a počtem odpracovaných hodin za měsíc  $3 \times 550 \times 160$ .

V druhém řádku se dozvídáme, jak vypadá výpočet obsluhy na měsíc. Přesněji vynásobením mzdového nákladu na jednu hodinu pracovníka, provozu, počtem odpracovaných hodin za měsíc a obsluhou. Tyto hodnoty podělíme nakonec 100. Pro upřesnění výpočtu  $280,47 \times 3 \times 160 \times 15 / 100 = 20\,193,49$  Kč.

Třetí řádek se zabývá tržbou pětiosého stroje s přidanou třetí směnou. Výpočet by tedy měl vypadat následovně. Vynásobení odpracovaných hodin za měsíc a prodejní cenou pětiosého stroje  $CNC\ 160 \times 1\,450$ .

Přidaný zisk na pětiosý stroj s přidanou třetí směnou, kterým se zabývá čtvrtý řádek, zjistíme díky předpokládanému dosaženému zisku za přidanou směnu na automatizovaném pracovišti a tržba pětiosého stroje  $30 \times 232\,000 / 100$ .

Tržba a přidaný zisk tříosého stroje, který ukazuje řádek pátý a šestý se výpočet provádí stejně jako u pětiosého stroje CNC avšak hodnoty jsou čerpány z pětiosého stroje.

V samotném konci tabulky je vyčíslen mzdový náklad na pracovní sílu a náklad na techniku automatizace za měsíc. Tento výpočet byl proveden součtem nákladu na techniku automatizace za měsíc, obsluhou za měsíc, přidaným ziskem tříosého stroje a pětiosého stroje  $264\,000 + 20\,193,49 + (-69\,600) + (-57\,600) = 156\,993,49$  Kč.

Můžeme tedy říci, že mzdový náklad na pracovní sílu a techniku automatizace za měsíc činí 156 993,49 Kč. V přepočtu na rok vychází tyto náklady na **1 883 921,88 Kč**. Mzda jednoho zaměstnance, který odpracuje 1 směnu (osm hodin) je 40 200 Kč za měsíc, 482 400 Kč za rok. Za den jsou odpracovány 2 směny, měsíční náklady na dva zaměstnance tedy jsou 80 400 Kč a za rok 964 800 Kč. Ve společnosti VMV 3 směny nejsou zavedené. Za předpokladu, že by se zavedla 3 směna a přibyl by ještě jeden zaměstnanec, roční mzdové náklady by byly **1 446 800 Kč**.

## Shrnutí kapitoly

Z těchto výsledků vyplývají nejrozumnější východiska. Jedním z nich je, že za zmíněného předpokladu zavedením 3 směny by stále společnost VMV vyšla lépe varianta se zaměstnanci, přičemž by ušetřili **437 121,88 Kč**, které by firma mohla investovat do jiných

potřebných investic, či uložit je do rezervního fondu, formou prémie atd. Další možná řešení této investice by se dala rozdělit do dvou skupin a to pozitivní a negativní.

#### **Pozitivní**

- tato investice se dá považovat za vhodné řešení, pokud má společnost přebytek zakázek a potřebuje zvýšit výrobní kapacity (měsíčně získá 1 směnu na petiosé centrum a jednu směnu na tříosé centrum),
- pokud bude výrazně stoupat cena práce pracovníků,
- bude se prohlubovat nedostatek pracovníků na trhu práce,
- výpočet nyní nezahrnuje přidané náklady na pracovníky (školení, nemocnost, stravování, lékař, benefity atd.),
- při obsluze 3 CNC strojů jedním automatizačním zařízením by prudce vzrostl finanční přínos.

#### **Negativní**

- naopak by se investice dala považovat jako spíše špatné rozhodnutí a to v případě zvýšení obrátu a zachování absolutního zisku, tj. snížení ziskovosti,
- pokud by společnost nedokázala naplnit přidanou 3. směnu,
- došlo by k poklesu zakázek,
- byl by větší nárok na kvalifikaci pracovníků ve společnosti (programování),
- zvýšení nároků na organizaci práce ve společnosti (3. směna),
- a také pravděpodobně by nedošlo k poklesu pracovníků ve společnosti, tj. finanční vyjádření je pouze teoretické.

Z této analýzy můžeme vyvodit výsledné doporučení. Pokud společnost nepotřebuje razantně zvýšit výrobní kapacity, není za současných podmínek zavedení této uvažované automatizace finančním přínosem. Je tedy vhodné při jakékoliv další obnově technologického vybavení ve společnosti, např. nová CNC technika, provádět analýzu na vhodnost zavedení automatizace, implementace by byla výrazně nižší z důvodu jedné řídicí jednotky na stroje a robota.

## ZÁVĚR

Nyní se nacházíme v samotném závěru bakalářské práce, během které byly vysvětleny patřičné odborné pojmy a problematika, kterou se práce zabývá. Dále byla popsána firma VMV spol. s r.o., pro kterou je tato práce určena. Autor ve své práci také uvedl výčet nabízených produktů, mezi kterými se rozhodovalo a v samotném konci výpočet investice vybraného automatizačního stroje s porovnáním na stálé zaměstnance. Z výše uvedených výsledků a propočtů bylo zjištěno, že i kdyby se zavedla 3 směna a našel by se další stálý zaměstnanec, investice automatizačního stroje firmu vyjde stále finančně draž.

V současné době je tedy tato investice pro firmu zbytečná a finančně nevýhodná. Navíc jak je v práci uvedeno, zavedení takového automatizačního stroje s sebou nese určitá rizika a to taková, že pokud by se stroj porouchal, zastaví celý chod výroby, což by mohlo firmě přinést jisté prodlevy ve výrobě či dodání jimi nabízených produktů. S tímto problémem souvisí další rizika v podobě nespokojených zákazníků, úpadek stálé klientely, pokles objednávek, propuštění dalších zaměstnanců atd.

Z těchto faktorů plyne jednoznačné řešení celého zkoumaného problému a to, že investování finančních zdrojů do automatizačního stroje je pro podnik v současnosti velice nevýhodné. Je zde ale možnost, že se situace na trhu změní a takováto investice bude nejen přínosná, ale třeba také nutná. Pro management firmy je tedy důležité sledovat vývoj trhu a umět se ve správnou chvíli pro investici rozhodnout.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- 1) Automation. *Wikipedia* [online]. San Francisco: Wikipedia, The Free Encyclopedia, 2017 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Automation>
- 2) Automatizace. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Automatizace>
- 3) Don't look back — the machines are gaining on you. *Salon* [online]. San Francisco: Salon Media Group, 2013 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: [http://www.salon.com/2013/09/20/dont\\_look\\_back\\_the\\_machines\\_are\\_gaining\\_on\\_you/](http://www.salon.com/2013/09/20/dont_look_back_the_machines_are_gaining_on_you/)
- 4) Automatizace obrábění. [Http://jhamernik.sweb.cz/Automatizace.htm](http://jhamernik.sweb.cz/Automatizace.htm) [online]. Pelhřimov: Jan Hamerník, 2006 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://jhamernik.sweb.cz/Automatizace.htm>
- 5) URBÁNEK, Jiří. Automatizace výrobních procesů – obrábění. 1. vyd. Brno: VUT Brno. 1990. ISBN 80-214-0161-3
- 6) Řídicí systémy CNC strojů, Poznejte různé typy řízení. *Factory Automation* [online]. Praha: FANUC Czech, 2014 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/ridici-systemy-cnc-stroju-poznejte-ruzne-typy-řízení/>
- 7) CNC řídicí systém je srdce i mozek CNC obráběcího stroje. *Technology-support* [online]. Praha: Technology-support, 2012 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <https://www.t-support.cz/kat/cnc-ridici-system-je-srdce-i-mozek-cnc-obrabeciho-stroje-1>
- 8) 5 osé frézování. *Axiom tech* [online]. Zlín: Emersion Software, 2014 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.axiomtech.cz/24820-nx-cam-5-ose-frezovani>
- 9) Systémy pro řízení CNC strojů Řídicí systémy FANUC. In: *Factory Automation* [online]. Praha: FANUC Czech, 2014 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/ridici-systemy-cnc-stroju-poznejte-jejich-historii/>
- 10) Kohout Luděk. Roboty a manipulátory [Internet]. Kutná Hora: Edumat; [2008] [cited 2017 Mar 10]. [15p.] Available from: [http://www.edumat.cz/texty/Roboty\\_manipulatory.pdf](http://www.edumat.cz/texty/Roboty_manipulatory.pdf)
- 11) *Roboty a robotizované výrobní technologie*. 1. Brno: Akademické nakladatelství, VUTIUM, 2016. ISBN 9788021448285.
- 12) Pracovní rozsah 800/3.50. In: *ABB* [online]. Zurich: ABB Asea Brown Boveri, 2016 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: <http://new.abb.com/products/robotics/cs/prumyslove-roboty/irb-8700/irb-8700-technicka-data>
- 13) DMU 60 monoBLOCK. In: *Automation Siemens* [online]. Mnichov: Siemens, 2009 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: <https://www.automation.siemens.com/mc-app/machine-booklet-mobile/MachineDetail.aspx?entry=7666095e-2bb9-4e54-acd7-24d2bbc2bdba&booklet=3d4d3169-1bc4-4831-8df5-bcc3e52c2ebf&guiLanguage=1033>

- 14) MCV 1000. In: *Kovosvit* [online]. Sezimovo Ústí: KOVOSVIT MAS, 2016 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: <https://www.kovosvit.cz/mcv-1000-p8.html>
- 15) *VMV, spol. s r. o.* [online]. Jihlava: WebRex, 2014 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://vmv.cz/>
- 16) KUKA AG. *KUKA AG* [online]. Augsburg: KUKA Aktiengesellschaft, 2016 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.kuka.com/cs-cz/o-spole%C4%8Dnosti-kuka/struktura-podniku>
- 17) KR 16. *KUKA AG* [online]. Augsburg: KUKA Aktiengesellschaft, 2016 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.kuka.com/cs-cz/produkty,-slu%C5%BEby/robotick%C3%A9-syst%C3%A9my/pr%C5%AFmyslov%C3%A9-roboty/kr%C2%A016#>
- 18) KR AGILUS sixx. *KUKA AG* [online]. Augsburg: KUKA Aktiengesellschaft, 2016 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.kuka.com/cs-cz/produkty,-slu%C5%BEby/robotick%C3%A9-syst%C3%A9my/pr%C5%AFmyslov%C3%A9-roboty/kr-agilus-sixx>
- 19) Základní údaje. *ABB* [online]. Zurich: ABB Asea Brown Boveri, 2017 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: <http://new.abb.com/cz/o-nas/zakladni-udaje>
- 20) IRB 140. *ABB* [online]. Zurich: ABB Asea Brown Boveri, 2017 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: <http://new.abb.com/products/robotics/cs/prumyslove-roboty/irb-140>
- 21) IRB 1600. *ABB* [online]. Zurich: ABB Asea Brown Boveri, 2017 [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: <http://new.abb.com/products/robotics/cs/prumyslove-roboty/irb-1600>
- 22) O společnosti Universal Robots. *Universal Robots* [online]. Odense: Universal Robots A/S, 2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.universal-robots.com/cs/o-ur/>
- 23) Robot UR10. *Universal Robots* [online]. Odense: Universal Robots A/S, 2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.universal-robots.com/cs/v%C3%BDrobky/robot-ur10/>
- 24) Robot UR5. *Universal Robots* [online]. Odense: Universal Robots A/S, 2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.universal-robots.com/cs/v%C3%BDrobky/robot-ur5/>



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Automatizovaná výroba automobilu .....	10
Obr. 2 Řídicí systém Fanuc .....	14
Obr. 3 Rozdělení manipulačních zařízení .....	15
Obr. 4 Pracovní pole robotu IRB 8700 .....	18
Obr. 5 DMU 60 monoBLOCK .....	19
Obr. 6 MCV 1000 .....	19
Obr. 7 Robot KR 16 .....	21
Obr. 8 KR AGILUS sixx .....	21
Obr. 9 IBR 140 .....	22
Obr. 10 IRB 1600 .....	23
Obr. 11 UR 10 .....	24
Obr. 12 UR 5 .....	24

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Vstupní údaje ze společnosti VMV .....	25
Tab. 2	Výpočet nákladů na jednoho zaměstnance.....	26
Tab. 3	Výpočet mzdových nákladů na jednotlivé stroje .....	26
Tab. 4	Údaje pro výpočet nákladů při automatizaci pracoviště .....	27
Tab. 5	Výpočet nákladů pro provoz při automatizaci .....	28